



## JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Data of Application: July 24, 2002  
Application Number: JP2002-214900  
[ST.10/C]:  
Applicant(s): FUJITSU LIMITED

October 1, 2002  
Commissioner, Japan Patent Office  
S h i n - i c h i r o O t a

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月24日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-214900

ST.10/C ]:

[JP2002-214900]

出 願 人

Applicant(s):

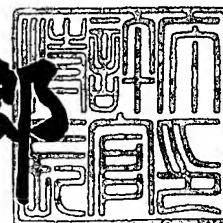
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2002年10月 1日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出 証 番 号 出 証 特 2002-3075770

【書類名】 特許願

【整理番号】 0250183

【提出日】 平成14年 7月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明の名称】 C P P 構造磁気抵抗効果素子

【請求項の数】 5

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 長坂 恵一

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 清水 豊

【特許出願人】

    【識別番号】 000005223

    【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100105094

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 山▲崎▼ 薫

    【電話番号】 03-5226-0508

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 049618

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9803088

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 C P P 構造磁気抵抗効果素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導電性の自由側磁性層と、導電性の固定側磁性層と、自由側磁性層および固定側磁性層の間に挟まれる導電性の非磁性中間層と、導電性材料から構成される主電極層と、導電性材料で構成され、自由側磁性層および主電極層の間に挟まれる狭小電極層と、絶縁性磁性材料で構成され、狭小電極層に隣接しつつ自由側磁性層および主電極層の間に挟まれる磁区制御膜とを備えることを特徴とする C P P 構造磁気抵抗効果素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の C P P 構造磁気抵抗効果素子において、前記磁区制御膜はヘッドスライダの空気軸受け面との間に前記狭小電極層を挟み込むことを特徴とする C P P 構造磁気抵抗効果素子。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の C P P 構造磁気抵抗効果素子において、前記磁区制御膜には、ヘッドスライダの空気軸受け面に隣接して前記狭小電極層を挟み込む 1 対の第 1 領域と、空気軸受け面との間に狭小電極層および第 1 領域を挟み込む第 2 領域とが規定されることを特徴とする C P P 構造磁気抵抗効果素子。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の C P P 構造磁気抵抗効果素子において、前記磁区制御膜は反強磁性膜であることを特徴とする C P P 構造磁気抵抗効果素子。

【請求項 5】 導電性の自由側磁性層と、導電性の固定側磁性層と、自由側磁性層および固定側磁性層の間に挟まれる導電性の非磁性中間層と、導電性材料から構成される主電極層と、導電性材料で構成され、自由側磁性層および主電極層の間に挟まれる狭小電極層と、磁性材料で構成され、狭小電極層に隣接しつつ自由側磁性層に接触する磁区制御膜と、絶縁性材料で構成され、磁区制御膜および主電極層の間に挟まれる絶縁層とを備えることを特徴とする C P P 構造磁気抵抗効果素子。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、任意の基準面に積層される磁気抵抗効果膜に、基準面に直交する垂直方向に沿ってセンス電流を流通させるCPP (Current Perpendicular-to-the-Plane) 構造磁気抵抗効果素子に関し、特に、導電性の自由側磁性層 (free layer) と、導電性の固定側磁性層 (pinned layer) と、自由側磁性層および固定側磁性層の間に挟まれる導電性の非磁性中間層とを備えるCPP構造磁気抵抗効果素子に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

いわゆるスピバルブ膜を備えるCPP構造磁気抵抗効果素子は広く知られる。こういったCPP構造磁気抵抗効果素子では、外部磁界の作用に応じてスピバルブ膜中の自由側強磁性層で磁化方向は回転する。このとき、自由側強磁性層では予め磁化方向は一方向に揃えられることが望まれる。こういった磁化方向の設定にあたって1対の磁区制御膜は用いられる。磁区制御膜は基準面に沿って磁気抵抗効果膜を挟み込む。磁区制御膜同士の間形成されるバイアス磁界に自由側強磁性層は曝される。

## 【0003】

## 【発明が解決しようとする課題】

自由側強磁性層では、磁区制御膜から離れるに従ってバイアス磁界の強度は弱まる。磁界の強度が弱まれば、磁化方向の統一すなわち単磁区化は阻害される。さらにスピバルブ膜が微細化されていかなない限り、十分な強度のバイアス磁界を確保することは難しい。しかも、前述のような磁区制御膜では製造過程で形状精度の確保が難しい。バイアス磁界の強度は磁区制御膜の形状精度に影響されやすい。安定したバイアス磁界はなかなか得られない。

## 【0004】

一般に、スピバルブ膜は導電性の材料から構成される。スピバルブ膜ではほぼ全域にわたってセンス電流は流通する。その結果、さらにスピバルブ膜が微細化されない限り、センス電流の流通路は狭められることはできない。センス電流の流通路が狭められれば、CPP構造磁気抵抗効果素子の感度は高められる

。同時に、センス電流の流通路の狭小化に基づきＣＰＰ構造磁気抵抗効果素子の実効コア幅は狭められる。磁気情報の読み出しにあたってＣＰＰ構造磁気抵抗効果素子の解像度は高められる。

#### 【 0 0 0 5 】

本発明は、上記実状に鑑みてなされたもので、一層の微細化を伴わずに十分に自由側磁性層の単磁区化を実現することができるＣＰＰ構造磁気抵抗効果素子を提供することを目的とする。

#### 【 0 0 0 6 】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、第１発明によれば、導電性の自由側磁性層と、導電性の固定側磁性層と、自由側磁性層および固定側磁性層の間に挟まれる導電性の非磁性中間層と、導電性材料から構成される主電極層と、導電性材料で構成され、自由側磁性層および主電極層の間に挟まれる狭小電極層と、絶縁性磁性材料で構成され、狭小電極層に隣接しつつ自由側磁性層および主電極層の間に挟まれる磁区制御膜とを備えることを特徴とするＣＰＰ構造磁気抵抗効果素子が提供される。

#### 【 0 0 0 7 】

また、第２発明によれば、導電性の自由側磁性層と、導電性の固定側磁性層と、自由側磁性層および固定側磁性層の間に挟まれる導電性の非磁性中間層と、導電性材料から構成される主電極層と、導電性材料で構成され、自由側磁性層および主電極層の間に挟まれる狭小電極層と、磁性材料で構成され、狭小電極層に隣接しつつ自由側磁性層に接触する磁区制御膜と、絶縁性材料で構成され、磁区制御膜および主電極層の間に挟まれる絶縁層とを備えることを特徴とするＣＰＰ構造磁気抵抗効果素子が提供される。

#### 【 0 0 0 8 】

こういったＣＰＰ構造磁気抵抗効果素子では、磁区制御膜および自由側磁性層の交換結合に基づき自由側磁性層の磁化方向は１方向に揃えられる。こうした交換結合によれば、１対の磁区制御ハード膜の間で静磁界すなわちバイアス磁界が形成される場合に比べて確実に自由側磁性層の単磁区化は実現されることができ

る。しかも、自由側磁性層は必ずしも微細化される必要はない。

【0009】

加えて、自由側磁性層と主電極層との間では狭小電極層のみで電氣的接続は確立される。こういった狭小電極層の働きで、自由側磁性層や固定側磁性層を流通する電流の流通路は狭められることができる。単位断面積当たりの電流量は増加する。したがって、C P P 構造磁気抵抗効果素子の読み取り感度は高められることができる。同時に、電流の流通路の狭小化に基づきC P P 構造磁気抵抗効果素子の実効コア幅は狭められる。磁気情報の読み出しにあたってC P P 構造磁気抵抗効果素子の解像度は高められることができる。

【0010】

磁区制御膜はヘッドスライダの空気軸受け面との間に狭小電極層を挟み込んでよい。その他、磁区制御膜には、ヘッドスライダの空気軸受け面に隣接して狭小電極層を挟み込む1対の第1領域と、空気軸受け面との間に狭小電極層および第1領域を挟み込む第2領域とが規定されてもよい。いずれの場合でも、狭小電極層はヘッドスライダの空気軸受け面に沿って配置されることができる。電流は空気軸受け面に向かって誘導される。したがって、C P P 構造磁気抵抗効果素子の読み取り感度は確実に高められることができる。しかも、磁区制御膜は大きな接触面積で自由側磁性層に接触することができる。

【0011】

以上のようなC P P 構造磁気抵抗効果素子は、例えばハードディスク駆動装置(HDD)といった磁気ディスク駆動装置に組み込まれるヘッドスライダに搭載されてもよく、磁気テープ駆動装置といったその他の磁気記録媒体駆動装置に組み込まれるヘッドスライダに搭載されてもよい。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しつつ本発明の一実施形態を説明する。

【0013】

図1は磁気記録媒体駆動装置の一具体例すなわちハードディスク駆動装置(HDD)11の内部構造を概略的に示す。このHDD11は、例えば平たい直方体



の内部空間を区画する箱形の筐体本体 12 を備える。収容空間には、記録媒体としての 1 枚以上の磁気ディスク 13 が収容される。磁気ディスク 13 はスピンドルモータ 14 の回転軸に装着される。スピンドルモータ 14 は、例えば 7200 rpm や 10000 rpm といった高速度で磁気ディスク 13 を回転させることができる。筐体本体 12 には、筐体本体 12 との間で収容空間を密閉する蓋体すなわちカバー（図示されず）が結合される。

## 【0014】

収容空間には、垂直方向に延びる支軸 15 回りで揺動するキャリッジ 16 がさらに収容される。このキャリッジ 16 は、支軸 15 から水平方向に延びる剛体の揺動アーム 17 と、この揺動アーム 17 の先端に取り付けられて揺動アーム 17 から前方に延びる弾性サスペンション 18 とを備える。周知の通り、弾性サスペンション 18 の先端では、いわゆるジンバルばね（図示されず）の働きで浮上ヘッドスライダ 19 は片持ち支持される。浮上ヘッドスライダ 19 には、磁気ディスク 13 の表面に向かって弾性サスペンション 18 から押し付け力が作用する。磁気ディスク 13 の回転に基づき磁気ディスク 13 の表面で生成される気流の働きで浮上ヘッドスライダ 19 には浮力が作用する。弾性サスペンション 18 の押し付け力と浮力とのバランスで磁気ディスク 13 の回転中に比較的の高い剛性で浮上ヘッドスライダ 19 は浮上し続けることができる。

## 【0015】

こうした浮上ヘッドスライダ 19 の浮上中に、キャリッジ 16 が支軸 15 回りで揺動すると、浮上ヘッドスライダ 19 は半径方向に磁気ディスク 13 の表面を横切ることができる。こうした移動に基づき浮上ヘッドスライダ 19 は磁気ディスク 13 上の所望の記録トラックに位置決めされる。このとき、キャリッジ 16 の揺動は例えばボイスコイルモータ（VCM）といった動力源 21 の働きを通じて実現されればよい。周知の通り、複数枚の磁気ディスク 13 が筐体本体 12 内に組み込まれる場合には、隣接する磁気ディスク 13 同士の間には 2 つの弾性サスペンション 18 が配置される。

## 【0016】

図 2 は浮上ヘッドスライダ 19 の一具体例を示す。この浮上ヘッドスライダ 1

9は、平たい直方体に形成される $Al_2O_3-TiC$ （アルチック）製のスライダ本体22と、このスライダ本体22の空気流出端に接合されて、読み出し書き込みヘッド23を内蔵する $Al_2O_3$ （アルミナ）製のヘッド素子内蔵膜24とを備える。スライダ本体22およびヘッド素子内蔵膜24には、磁気ディスク13に対向する媒体対向面すなわち浮上面25が規定される。磁気ディスク13の回転に基づき生成される気流26は浮上面25に受け止められる。

## 【0017】

浮上面25には、空気流入端から空気流出端に向かって延びる2筋のレール27が形成される。各レール27の頂上面にはいわゆるABS（空気軸受け面）28が規定される。ABS28では気流26の働きに応じて前述の浮力が生成される。ヘッド素子内蔵膜24に埋め込まれた読み出し書き込みヘッド23は、後述されるように、ABS28で前端を露出させる。ただし、ABS28の表面には、読み出し書き込みヘッド23の前端に覆い被さるDLC（ダイヤモンドライクカーボン）保護膜が形成されてもよい。なお、浮上ヘッドスライダ19の形態はこういった形態に限られるものではない。

## 【0018】

図3は浮上面25の様子を詳細に示す。読み出し書き込みヘッド23は、薄膜磁気ヘッドすなわち誘導書き込みヘッド素子31とCPP構造電磁変換素子すなわちCPP構造磁気抵抗効果（MR）読み取り素子32とを備える。誘導書き込みヘッド素子31は、周知の通り、例えば導電コイルパターン（図示されず）で生起される磁界を利用して磁気ディスク13に2値情報を書き込むことができる。CPP構造MR読み取り素子32は、周知の通り、磁気ディスク13から作用する磁界に応じて変化する抵抗に基づき2値情報を検出することができる。誘導書き込みヘッド素子31およびCPP構造MR読み取り素子32は、前述のヘッド素子内蔵膜24の上側半層すなわちオーバーコート膜を構成する $Al_2O_3$ （アルミナ）膜33と、下側半層すなわちアンダーコート膜を構成する $Al_2O_3$ （アルミナ）膜34との間に挟み込まれる。

## 【0019】

誘導書き込みヘッド素子31は、ABS28で前端を露出させる上部磁極層3

5と、同様にABS28で前端を露出させる下部磁極層36とを備える。上部および下部磁極層35、36は例えばFeNやNiFeから形成されればよい。上部および下部磁極層35、36は協働して誘導書き込みヘッド素子31の磁性コアを構成する。

## 【0020】

上部および下部磁極層35、36の間には例えば $Al_2O_3$ （アルミナ）製の非磁性ギャップ層37が挟み込まれる。周知の通り、導電コイルパターンで磁界が生起されると、非磁性ギャップ層37の働きで、上部磁極層35と下部磁極層36とを行き交う磁束は浮上面25から漏れ出る。こうして漏れ出る磁束が記録磁界（ギャップ磁界）を形成する。

## 【0021】

CPP構造MR読み取り素子32は、アルミナ膜34すなわち下地絶縁層の表面に沿って広がる下側電極38を備える。この下側電極38には、引き出し導電層38aと、引き出し導電層38aの表面から立ち上がる導電端子片38bとが形成される。下側電極38は導電性を備えるだけでなく同時に軟磁性を備えてもよい。下側電極38が例えばNiFeといった導電性の軟磁性体で構成されると、この下側電極38は同時にCPP構造MR読み取り素子32の下部シールド層として機能することができる。

## 【0022】

下側電極38は、アルミナ膜34の表面で広がる絶縁層41に埋め込まれる。この絶縁層41は、導電端子片38bの壁面に接しつつ引き出し導電層38aの表面に沿って広がる。ここで、導電端子片38bおよび絶縁層41は所定の基礎層を構成する。導電端子片38bの頂上面および絶縁層41の表面は、基礎層上で切れ目なく連続する平坦化面42すなわち基準面を規定する。

## 【0023】

平坦化面42上には磁気抵抗効果（MR）膜すなわちスピバルブ膜43が積層される。このスピバルブ膜43は、ABS28で露出する前端から平坦化面42に沿って後方に広がる。このスピバルブ膜43は少なくとも導電端子片38bの頂上面に横たわる。導電端子片38bは、少なくともABS28で露出す

る前端でスピバルブ膜 4 3 の底面すなわち下側境界面に接触する。こうしてスピバルブ膜 4 3 と下側電極 3 8 との間には電氣的接続が確立される。スピバルブ膜 4 3 の構造の詳細は後述される。

#### 【 0 0 2 4 】

平坦化面 4 2 上には被覆絶縁膜 4 4 が覆い被さる。被覆絶縁膜 4 4 上には上側電極 4 5 が配置される。この上側電極 4 5 は、導電性材料で構成され、被覆絶縁膜 4 4 の表面に沿って広がる引き出し導電層すなわち主電極層 4 5 a と、同様に導電性材料で構成され、スピバルブ膜 4 3 の頂上面すなわち上側境界面および主電極層 4 5 a の間に挟まれる狭小電極層 4 5 b とを備える。狭小電極層 4 5 b は少なくとも A B S 2 8 に沿ってスピバルブ膜 4 3 に接触する。こうしてスピバルブ膜 4 3 と上側電極 4 5 との間には電氣的接続が確立される。

#### 【 0 0 2 5 】

こういった上側電極 4 5 は例えば N i F e といった導電性の軟磁性体で構成されればよい。上側電極 4 5 で導電性だけでなく同時に軟磁性が確立されれば、上側電極 4 5 は同時に C P P 構造 M R 読み取り素子 3 2 の上部シールド層として機能することができる。前述の下部シールド層すなわち下側電極 3 8 と上側電極 4 5 との間隔は磁気ディスク 1 3 上で記録トラックの線方向に磁気記録の分解能を決定する。

#### 【 0 0 2 6 】

この C P P 構造 M R 読み取り素子 3 2 では、狭小電極層 4 5 b に隣接しつつスピバルブ膜 4 3 と上側電極 4 5 の主電極層 4 5 a との間に磁区制御膜 4 6 が挟まれる。磁区制御膜 4 6 は硬磁性膜（いわゆるハード膜）から構成されてもよく反強磁性膜から構成されてもよい。いずれの場合にも、磁区制御膜 4 6 には絶縁性が与えられる。絶縁性の反強磁性材料には例えば N i O や F e <sub>2</sub> O <sub>3</sub> が挙げられることができる。磁区制御膜 4 6 の詳細は後述される。

#### 【 0 0 2 7 】

図 4 に示されるように、スピバルブ膜 4 3 では、下地層 5 1、磁化方向拘束層（pinning layer）すなわち反強磁性層 5 2、固定側磁性層（pinned layer）5 3、非磁性中間層 5 4 および自由側磁性層（fre

e layer) 55が順番に重ね合わせられる。反強磁性層52の働きに応じて固定側磁性層53の磁化は1方向に固定される。ここで、下地層51は例えばTaといった導電性材料から構成されればよい。反強磁性層52は例えばIrMnやPdPtMnといった反強磁性合金材料から形成されればよい。固定側磁性層53は例えばCoFeといった導電性の強磁性材料から形成されればよい。非磁性中間層54は例えばCuといった導電性の非磁性材料から構成されればよい。自由側磁性層55は導電性の磁性材料から構成されればよい。自由側磁性層55には軟磁性層と強磁性層との積層体が用いられてもよい。

## 【0028】

磁区制御膜46には、ABS28に隣接して上側電極45の狭小電極層45bを挟み込む1対の第1領域46aと、ABS28との間に狭小電極層45bおよび第1領域46aを挟み込む第2領域46bとが区画される。磁区制御膜46は第1および第2領域46a、46bの全域で自由側磁性層55の表面に受け止められる。こうして磁区制御膜46および自由側磁性層55の間には磁気的な交換結合が確立される。この交換結合の働きで自由側磁性層55内の磁化方向Mgは1方向に揃えられる。いわゆる単磁区化は実現される。

## 【0029】

磁気情報の読み出しにあたってCPP構造MR読み取り素子32が磁気ディスク13の表面に向き合わせられると、スピバルブ膜43では、周知の通り、磁気ディスク13から作用する磁界の向きに応じて自由側磁性層55の磁化方向は回転する。こうして自由側磁性層55の磁化方向が回転すると、スピバルブ膜43の電気抵抗は大きく変化する。したがって、上側電極45および下側電極38からスピバルブ膜43にセンス電流が供給されると、上側電極45および下側電極38から取り出される電気信号のレベルは電気抵抗の変化に応じて変化する。このレベルの変化に応じて2値情報は読み取られることができる。

## 【0030】

このとき、スピバルブ膜43では上側電極45の狭小電極層45bおよび下側電極38の導電端子片38bの働きでセンス電流の流通路は狭められる。単位断面積当たりの電流量は増加する。したがって、CPP構造MR読み取り素子3

2 の読み取り感度は高められる。同時に、センス電流の流通路の狭小化に基づき C P P 構造 M R 読み取り素子 3 2 の実効コア幅は狭められる。磁気情報の読み出しにあたって C P P 構造 M R 読み取り素子 3 2 の解像度は高められる。

#### 【 0 0 3 1 】

以上のような C P P 構造 M R 読み取り素子 3 2 では、磁区制御膜 4 6 および自由側磁性層 5 5 の交換結合に基づき自由側磁性層 5 5 の磁化方向  $M_g$  は 1 方向に揃えられる。こうした交換結合によれば、1 対の磁区制御ハード膜の間で静磁界すなわちバイアス磁界が形成される場合に比べて確実に自由側磁性層 5 5 の単磁区化は実現されることができるとされる。しかも、スピバルブ膜 4 3 は必ずしも微細化される必要はない。

#### 【 0 0 3 2 】

次に C P P 構造 M R 読み取り素子 3 2 の製造方法を簡単に説明する。周知の通りに、ウェハー上では、例えば T a 層、任意の反強磁性層、導電性強磁性層、導電性非磁性層、導電性強磁性層、絶縁性反強磁性層が順番に積層される。こうした積層には例えばスパッタリングが用いられればよい。T a 層、任意の反強磁性層、導電性強磁性層、導電性非磁性層、導電性強磁性層、絶縁性反強磁性層は例えば真空環境下で連続的に成膜される。T a 層、任意の反強磁性層、導電性強磁性層、導電性非磁性層、導電性強磁性層、絶縁性反強磁性層はウェハーの全面に形成されればよい。

#### 【 0 0 3 3 】

絶縁性反強磁性層の表面には所定の形状でレジスト膜が形成される。レジスト膜は各スピバルブ膜 4 3 の形状を象る。例えばイオンミリングが実施されると、レジスト膜下でウェハー上には規定の形状のスピバルブ膜 4 3 および絶縁性反強磁性層が残存する。その後、図 5 に示されるように、スピバルブ膜 4 3 および絶縁性反強磁性層 6 1 の周囲には被覆絶縁膜 4 4 が形成される。

#### 【 0 0 3 4 】

絶縁性反強磁性層 6 1 および被覆絶縁膜 4 4 の表面にはレジスト膜 6 2 が形成される。このレジスト膜 6 2 には狭小電極層 4 5 b の形状を象った空隙 6 3 が規定される。この空隙 6 3 では絶縁性反強磁性層 6 1 の表面の一部が露出する。例

例えばイオンミリングが実施されると、空隙 6 3 内で絶縁性反強磁性層 6 1 は削り取られる。こうして絶縁性反強磁性層 6 1 には、図 6 に示されるように、貫通孔 6 4 が形成される。その後、ウェハー上では上側電極 4 5 が形成される。上側電極 4 5 は部分的に貫通孔 6 4 に進入する。こうして上側電極 4 5 の狭小電極層 4 5 b は形成される。

## 【 0 0 3 5 】

なお、前述の磁区制御膜 4 6 には絶縁性磁性材料に代えて導電性磁性材料が用いられてもよい。この場合には、図 7 から明らかなように、磁区制御膜 4 6 の表面に絶縁層 6 5 が積層形成される。この絶縁層 6 5 は非磁性層であってもよく硬磁性層や反強磁性層といった磁性層であってもよい。絶縁層 6 5 には、磁区制御膜 4 6 と同様に、ABS 2 8 に隣接して上側電極 4 5 の狭小電極層 4 5 b を挟み込む 1 対の第 1 領域 6 5 a と、ABS 2 8 との間に狭小電極層 4 5 b および第 1 領域 6 5 a を挟み込む第 2 領域 6 5 b とが区画される。したがって、センス電流は、狭小電極層 4 5 b および導電端子片 3 8 b の働きで確立される幅狭な流通路に沿って流通する。

## 【 0 0 3 6 】

また、前述の磁区制御膜 4 6 は、例えば図 8 に示されるように、自由側磁性層 5 5 上で ABS 2 8 に沿って狭小電極層 4 5 b を挟み込む 1 対の第 1 領域 4 6 a だけで構成されてもよい。さらに、磁区制御膜 4 6 は、例えば図 9 に示されるように、自由側磁性層 5 5 上で ABS 2 8 との間に狭小電極層 4 5 b を挟み込む第 2 領域 4 6 b だけで構成されてもよい。いずれの場合でも、磁区制御膜 4 6 と自由側磁性層 5 5 との間で確立される交換結合に基づき自由側磁性層 5 5 の磁化方向  $M_g$  は 1 方向に揃えられる。自由側磁性層 5 5 の単磁区化は確実に実現されることができる。しかも、スピバルブ膜 4 3 では、前述と同様に、センス電流の流通路は狭められることができる。CPP 構造 MR 読み取り素子 3 2 の読み取り感度は高められる。同時に、センス電流の流通路の狭小化に基づき CPP 構造 MR 読み取り素子 3 2 の実効コア幅は狭められる。

## 【 0 0 3 7 】

その他、CPP 構造 MR 読み取り素子 3 2 に組み込まれるスピバルブ膜 4 3

では、前述のような逆積層構造に代えて順積層構造が採用されてもよい。この場合には、例えば図 10 に示されるように、下側電極 38 の引き出し導電層 38a 上に磁区制御膜 46、自由側磁性層 55、非磁性中間層 54、固定側磁性層 53 および反強磁性層 52 が順番に積層される。下側電極 38 と自由側磁性層 55 との間には狭小電極層 66 が挟み込まれる。こうして下側電極 38 とスピンバルブ膜 43 とは狭小電極層 66 のみで電氣的に接続される。磁区制御膜 46 および自由側磁性層 55 の交換結合に基づき自由側磁性層 55 の磁化方向  $M_g$  は 1 方向に揃えられる。しかも、狭小電極層 66 の働きでセンス電流の流通路は狭められることができる。

## 【 0 0 3 8 】

(付記 1) 導電性の自由側磁性層と、導電性の固定側磁性層と、自由側磁性層および固定側磁性層の間に挟まれる導電性の非磁性中間層と、導電性材料から構成される主電極層と、導電性材料で構成され、自由側磁性層および主電極層の間に挟まれる狭小電極層と、絶縁性磁性材料で構成され、狭小電極層に隣接しつつ自由側磁性層および主電極層の間に挟まれる磁区制御膜とを備えることを特徴とする CPP 構造磁気抵抗効果素子。

## 【 0 0 3 9 】

(付記 2) 付記 1 に記載の CPP 構造磁気抵抗効果素子において、前記磁区制御膜はヘッドスライダの空気軸受け面との間に前記狭小電極層を挟み込むことを特徴とする CPP 構造磁気抵抗効果素子。

## 【 0 0 4 0 】

(付記 3) 付記 1 に記載の CPP 構造磁気抵抗効果素子において、前記磁区制御膜には、ヘッドスライダの空気軸受け面に隣接して前記狭小電極層を挟み込む 1 対の第 1 領域と、空気軸受け面との間に狭小電極層および第 1 領域を挟み込む第 2 領域とが規定されることを特徴とする CPP 構造磁気抵抗効果素子。

## 【 0 0 4 1 】

(付記 4) 付記 1 ～ 3 のいずれかに記載の CPP 構造磁気抵抗効果素子において、前記磁区制御膜は反強磁性膜であることを特徴とする CPP 構造磁気抵抗効果素子。



【 0 0 4 2 】

(付記 5) 導電性の自由側磁性層と、導電性の固定側磁性層と、自由側磁性層および固定側磁性層の間に挟まれる導電性の非磁性中間層と、導電性材料から構成される主電極層と、導電性材料で構成され、自由側磁性層および主電極層の間に挟まれる狭小電極層と、磁性材料で構成され、狭小電極層に隣接しつつ自由側磁性層に接触する磁区制御膜と、絶縁性材料で構成され、磁区制御膜および主電極層の間に挟まれる絶縁層とを備えることを特徴とする C P P 構造磁気抵抗効果素子。

【 0 0 4 3 】

(付記 6) 付記 5 に記載の C P P 構造磁気抵抗効果素子において、前記磁区制御膜はヘッドスライダの空気軸受け面との間に前記狭小電極層を挟み込むことを特徴とする C P P 構造磁気抵抗効果素子。

【 0 0 4 4 】

(付記 7) 付記 5 に記載の C P P 構造磁気抵抗効果素子において、前記磁区制御膜には、ヘッドスライダの空気軸受け面に隣接して前記狭小電極層を挟み込む 1 対の第 1 領域と、空気軸受け面との間に狭小電極層および第 1 領域を挟み込む第 2 領域とが規定されることを特徴とする C P P 構造磁気抵抗効果素子。

【 0 0 4 5 】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、一層の微細化を伴わずに十分に自由側磁性層の単磁区化は実現されることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 ハードディスク駆動装置 (HDD) の内部構造を概略的に示す平面図である。

【図 2】 一具体例に係る浮上ヘッドスライダの構造を概略的に示す拡大斜視図である。

【図 3】 浮上面で観察される読み出し書き込みヘッドの様子を概略的に示す正面図である。

【図 4】 本発明の一実施形態に係る C P P 構造磁気抵抗効果 (MR) 読み

取り素子の構造を概略的に示す拡大斜視図である。

【図 5】 磁区制御膜の形成過程を概略的に示すウェハーの垂直部分断面図である。

【図 6】 磁区制御膜の形成過程を概略的に示すウェハーの垂直部分断面図である。

【図 7】 図 4 に対応し、一変形例に係る磁区制御膜の構造を概略的に示す C P P 構造 M R 読み取り素子の拡大斜視図である。

【図 8】 図 4 に対応し、他の変形例に係る磁区制御膜の構造を概略的に示す C P P 構造 M R 読み取り素子の拡大斜視図である。

【図 9】 図 4 に対応し、さらに他の変形例に係る磁区制御膜の構造を概略的に示す C P P 構造 M R 読み取り素子の拡大斜視図である。

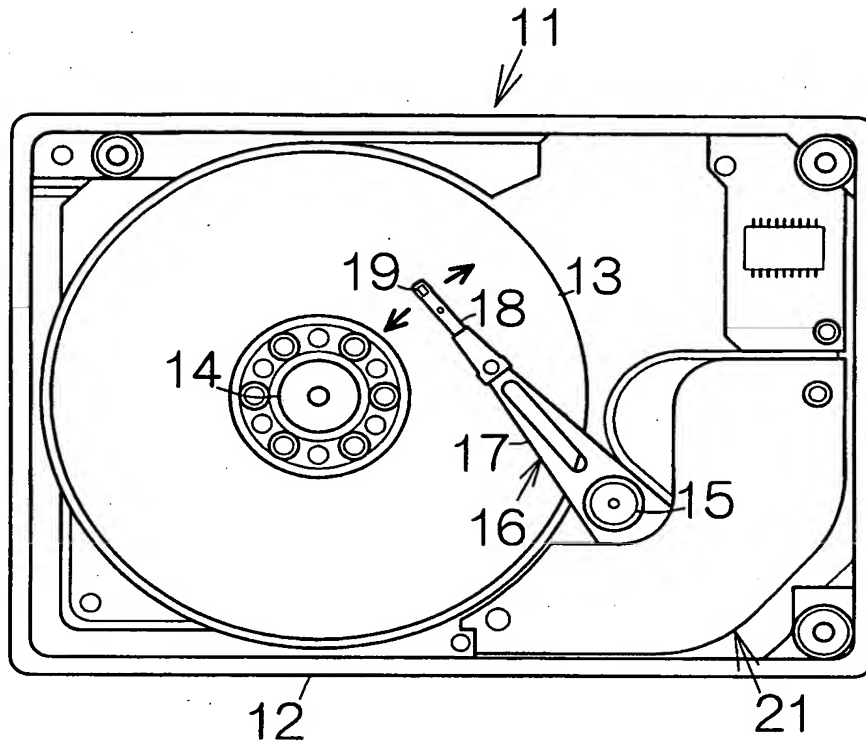
【図 1 0】 図 4 に対応し、一変形例に係るスピバルブ膜の構造を概略的に示す C P P 構造 M R 読み取り素子の拡大斜視図である。

【符号の説明】

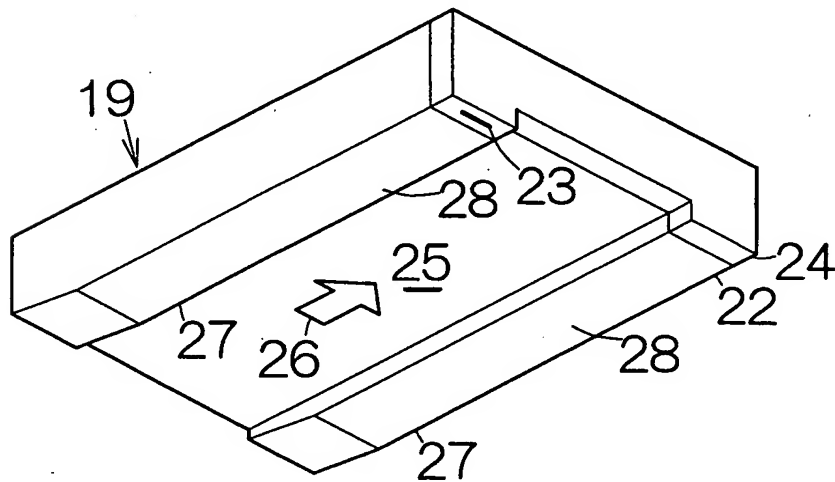
1 9 ヘッドスライダ、2 8 空気軸受け面 (A B S)、3 2 C P P 構造磁気抵抗効果 (M R) 素子、4 5 a 主電極層、4 5 b 狭小電極層、4 6 磁区制御膜、4 6 a 第 1 領域、4 6 b 第 2 領域、5 3 固定側磁性層、5 4 非磁性中間層、5 5 自由側磁性層、6 5 絶縁層。

【書類名】 図面

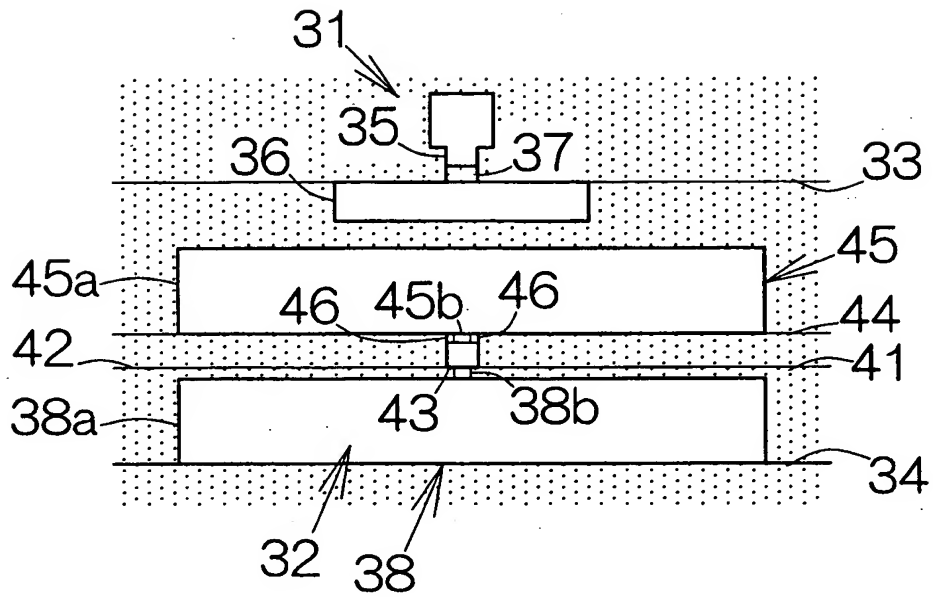
【図 1】



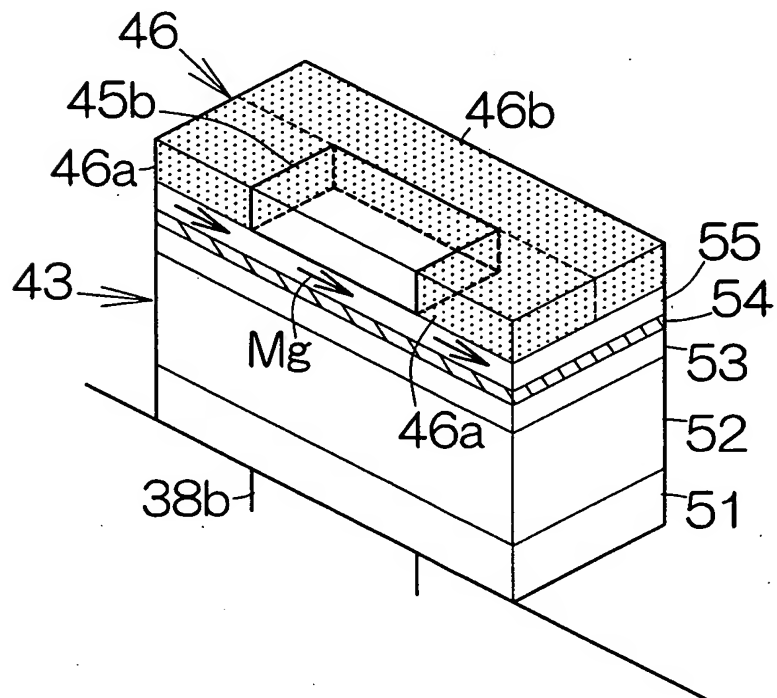
【図 2】



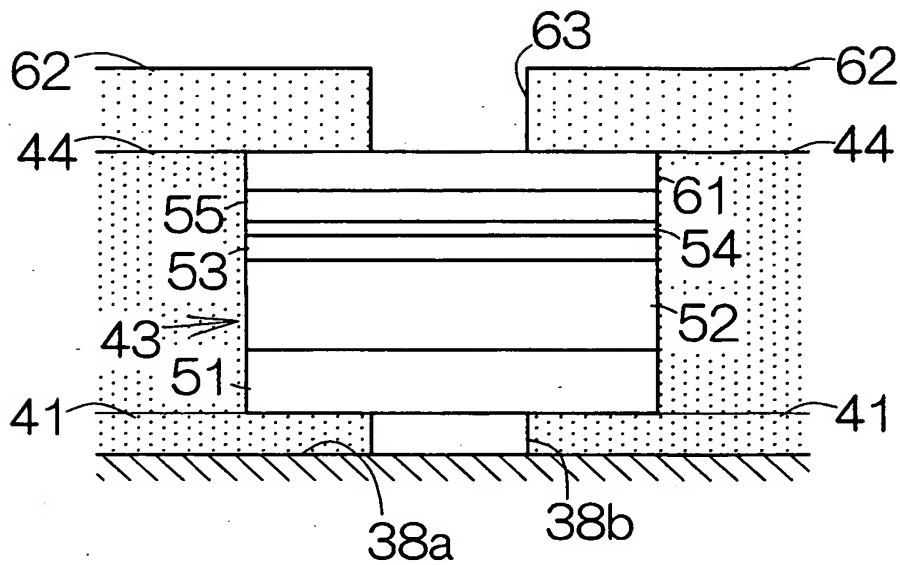
【図 3】



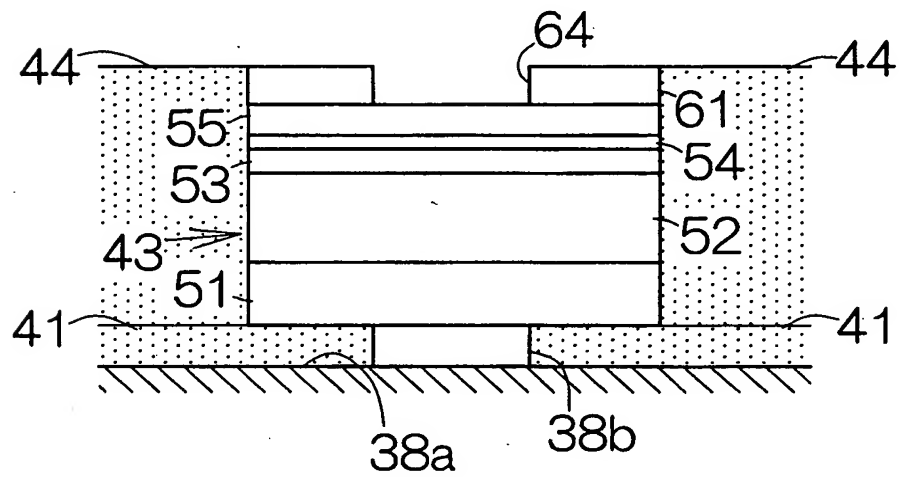
【図 4】



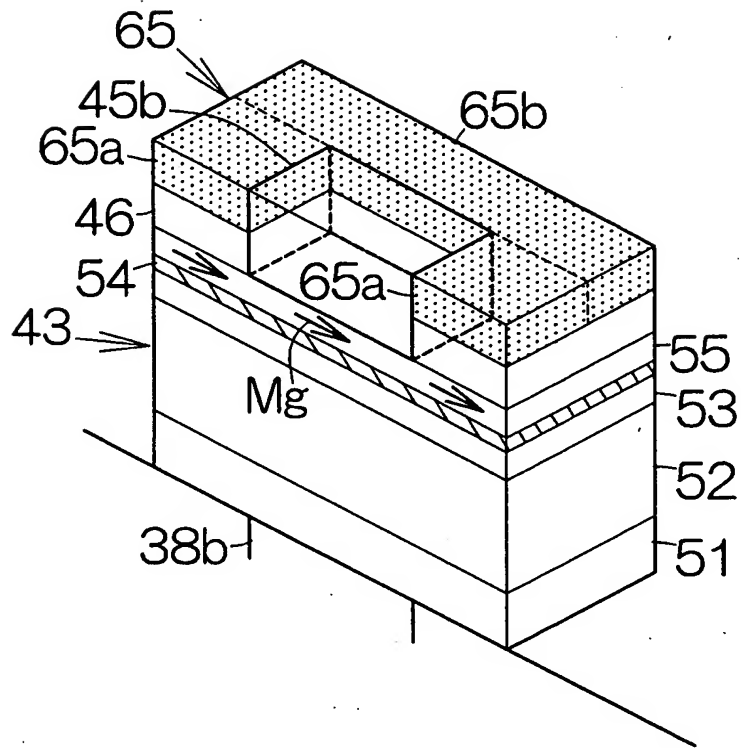
【図 5】



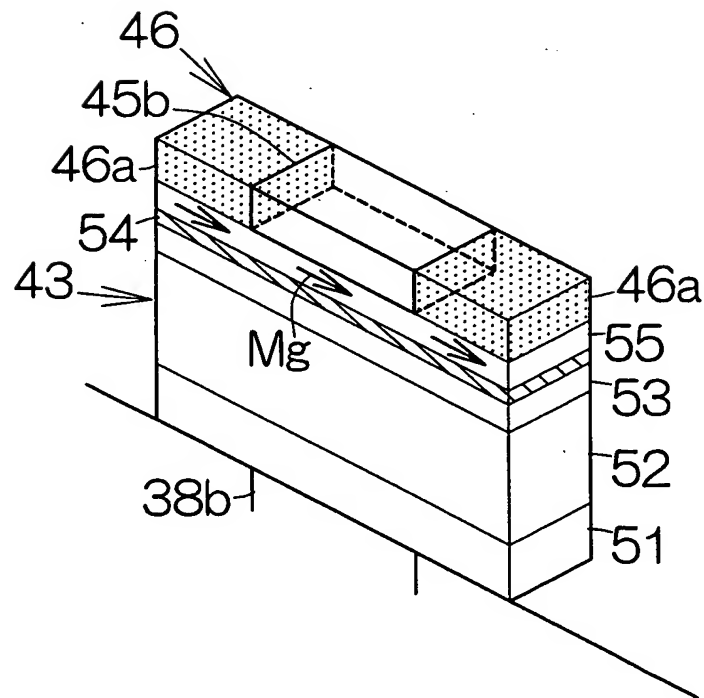
【図 6】



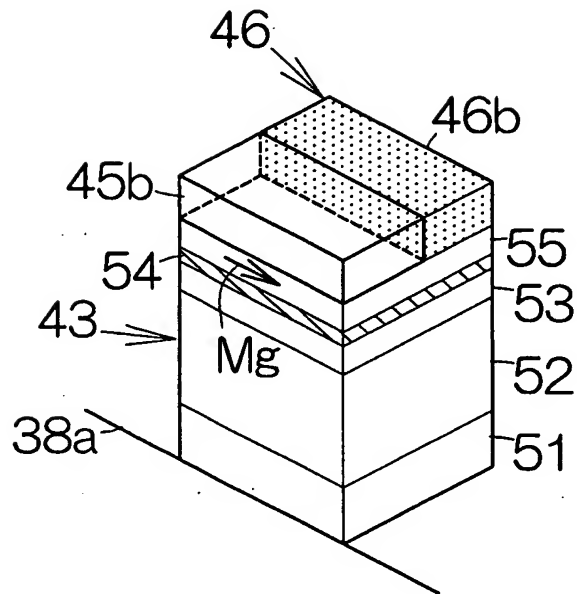
【図 7】



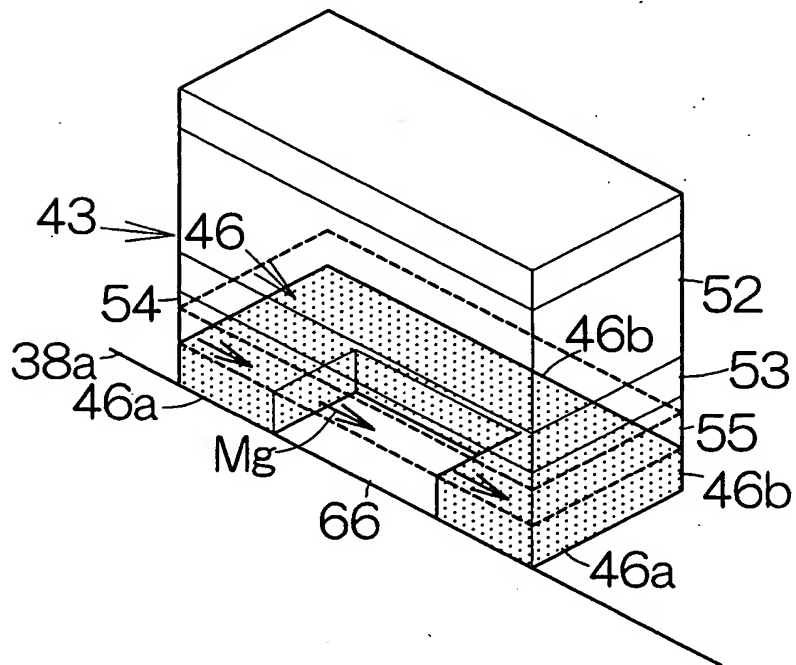
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    一層の微細化を伴わずに十分に自由側磁性層の単磁区化を実現することができる C P P 構造磁気抵抗効果素子を提供する。

【解決手段】    自由側磁性層 5 5 の表面には、上側電極の狭小電極層 4 5 b と、狭小電極層 4 5 b に隣接する磁区制御膜 4 6 とが形成される。磁区制御膜 4 6 には絶縁性が与えられる。磁区制御膜 4 6 および自由側磁性層 5 5 の交換結合に基づき自由側磁性層 5 5 の磁化方向は 1 方向に揃えられる。自由側磁性層 5 5 と上側電極との間では狭小電極層 4 5 b のみで電氣的接続は確立される。自由側磁性層 5 5 や固定側磁性層 5 3 を流通する電流の流通路は狭められる。C P P 構造磁気抵抗効果素子の読み取り感度は高められる。同時に実効コア幅は狭められる。

【選択図】            図 4



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社